

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-249457

(43)Date of publication of application : 28.09.1993

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335

(21)Application number : 04-293339

(71)Applicant : ROCKWELL INTERNATL CORP

(22)Date of filing : 30.10.1992

(72)Inventor : YEH POCHI A

GUNNING WILLIAM J

EBLEN JR JOHN P

KHOSHNEVISAN MOHSEN

(30)Priority

Priority number : 91 786621

Priority date : 01.11.1991

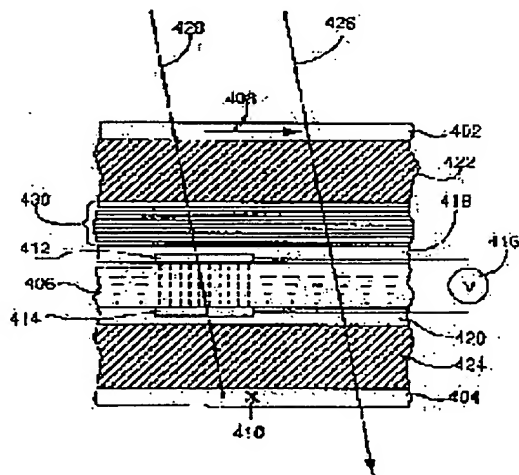
Priority country : US

## (54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

### (57)Abstract:

PURPOSE: To realize remarkable improvement in observation contrast and color expression of a display device at an oblique observation angle.

CONSTITUTION: This liquid crystal display device includes a polarizer layer 401, an analyzer layer 404, a liquid crystal layer 406 disposed between this polarizer layer 401 and the analyzer layer 404, first electrodes 412 in proximate to the first main surface of the liquid crystal layer 406 and second electrodes 414 in proximity to the second main surface. The first and second electrodes 412, 414 are so applied as to impress voltage on the liquid crystal layer 406 when the electrodes are connected to a potential source. A multilayered thin-film compensator 430 is disposed between the polarizer layer 401 and the analyzer layer 404 and includes first plural layers alternated with second plural layers respectively having the first refractive index and first thickness and respectively having the second refractive index and second thickness. The values of the first and second refractive indices and thicknesses are such that the phase delay of the multiple layers is equal to the phase delay of the liquid crystal layer 406 but is diametrically opposite in codes in the homeotropically aligned state over the observation angle of the predetermined range.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

07.07.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3162210

[Date of registration]

23.02.2001

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-249457

(43)公開日 平成5年(1993)9月28日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 2 F 1/1335

識別記号

5 1 0

庁内整理番号

7811-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数12(全 10 頁)

(21)出願番号 特願平4-293339

(22)出願日 平成4年(1992)10月30日

(31)優先権主張番号 7 8 6 6 2 1

(32)優先日 1991年11月1日

(33)優先権主張国 米国(U S)

(71)出願人 590002448

ロックウェル・インターナショナル・コー  
ポレイション

ROCKWELL INTERNATIONAL  
CORPORATION

アメリカ合衆国、90740-8250 カリフォル  
ニア州、シール・ビーチ、シールビー  
チ・ブールバード、2201

(72)発明者 ボチ・エー・イエー

アメリカ合衆国、カリフォルニア州、  
91360 サウザンド・オークス、カミノ・  
デ・セレステ、405

(74)代理人 弁理士 深見 久郎 (外4名)

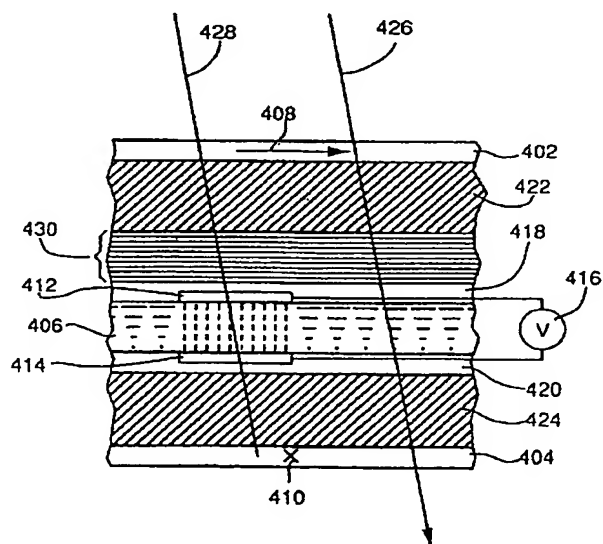
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 液晶表示装置

(57)【要約】

【目的】 斜めの観察角度における表示装置の観察コントラストおよび色表現における著しい改良を可能にする。

【構成】 液晶表示装置は偏光子層402と、検光子層404と、偏光子層と検光子層との間に設けられた液晶層406と、液晶層の第1の主面に近接する第1の電極412と、液晶層の第2の主面に近接する第2の電極414とを含む。第1および第2の電極は、電極が電位源に接続されるとき、電圧を液晶層に印加するように適用される。多層薄膜補償器は偏光子層と検光子層との間に設けられ、各々第1の屈折率および第1の厚さを有し、かつ各々第2の屈折率および第2の厚さを有する第2の複数の層と交互にされる第1の複数の層を含む。第1および第2の屈折率ならびに厚さの値は、予め定められた範囲の観察角度にわたるそのホメオトロピカルに整列された状態で、多層の位相遅れが液晶層の位相遅れと大きさは等しいが、符号が正反対であるようなものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 液晶表示装置であって、  
偏光子層と、  
検光子層と、  
偏光子層と検光子層との間に設けられた液晶層と、  
液晶層の第 1 の主面に近接する第 1 の電極と、  
液晶層の第 2 の主面に近接する第 2 の電極とを含み、  
第 1 および第 2 の電極は、電極が電位源に接続されるとき、液晶層に電圧を印加するように適用され、この表示装置はさらに、  
偏光子層と検光子層との間に設けられた多層薄膜補償器を含み、この補償器は各々第 1 の屈折率および第 1 の厚さを有し、かつ各々第 2 の屈折率および第 2 の厚さを有する第 2 の複数層と交互にされる第 1 の複数層を含み、第 1 および第 2 の屈折率ならびに厚さの値は予め定められた範囲の観察角度にわたるそのホメオトロピカルに整列された状態において多層の位相遅れが液晶層の位相遅れと大きさにおいて等しいが符号において正反対であるような値である、液晶表示装置。

【請求項 2】 液晶層は厚さ  $d_1$  および複屈折  $\Delta n_1$  を有し、  
多層は厚さ  $d_c$  および複屈折  $\Delta n_c$  を有し、かつ  
 $|\Delta n_1| d_1 = |\Delta n_c| d_c$  である、請求項 1 に記載の表示装置。

【請求項 3】 液晶層は正常屈折率  $n_a$  および異常屈折率  $n_\alpha$  を有し、  
多層は正常屈折率  $n_\alpha$  および異常屈折率  $n_\alpha$  を有し、  
 $n_\alpha = n_\alpha$ 、  
 $n_\alpha = n_\alpha$ 、かつ  $d_1 = d_c$  である、請求項 2 に記載の表示装置。

【請求項 4】 同等の多層の屈折率は関係【数 1】

$$n_0^2 = \frac{d_1}{\Lambda} n_1^2 + \frac{d_2}{\Lambda} n_2^2$$

$$\frac{1}{n_e^2} = \frac{d_1}{\Lambda} \frac{1}{n_1^2} + \frac{d_2}{\Lambda} \frac{1}{n_2^2}$$

を満たし、

ここで  $n_0$  は同等の多層の正常屈折率であり、 $n_e$  は同等の多層の異常屈折率であり、 $n_1$  は第 1 の屈折率であり、 $n_2$  は第 2 の屈折率であり、 $d_1$  は第 1 の厚さであり、 $d_2$  は第 2 の厚さであり、かつ  $\Lambda = d_1 + d_2$  は多層の期間である、請求項 2 に記載の表示装置。

【請求項 5】 偏光子層と、検光子層と、偏光子層と検光子層との間に設けられた液晶層と、液晶層の第 1 の主面に近接する第 1 の電極と、液晶層の第 2 の主面に近接する第 2 の電極とを含み、第 1 および第 2 の電極は電極が電位源に接続されるとき、液晶層に電圧を印加するように適用される型の液晶表示装置であって、その改良

は、

偏光子層と検光子層との間に設けられ、各々第 1 の屈折率および第 1 の厚さを有し、かつ各々第 2 の屈折率および第 2 の厚さを有する第 2 の複数層と交互にされる第 1 の複数層を含む多層薄膜補償器を含み、第 1 および第 2 の屈折率ならびに厚さの値は予め定められた範囲の観察角度にわたるそのホメオトロピカルに整列された状態において多層の位相遅れが液晶層の位相遅れと大きさにおいて等しいが、符号において正反対であるようなものである、液晶表示装置。

【請求項 6】 液晶層は厚さ  $d_1$  および複屈折  $\Delta n_1$  を有し、  
多層は厚さ  $d_c$  および複屈折  $\Delta n_c$  を有し、かつ  
 $|\Delta n_1| d_1 = |\Delta n_c| d_c$  である、請求項 5 に記載の表示装置。

【請求項 7】 液晶層は正常屈折率  $n_a$  および異常屈折率  $n_\alpha$  を有し、  
多層は正常屈折率  $n_\alpha$  および異常屈折率  $n_\alpha$  を有し、  
 $n_\alpha = n_\alpha$  であり、  
 $n_\alpha = n_\alpha$  であり、かつ  $d_1 = d_c$  である、請求項 6 に記載の表示装置。

【請求項 8】 同等の多層の屈折率は関係【数 2】

$$n_0^2 = \frac{d_1}{\Lambda} n_1^2 + \frac{d_2}{\Lambda} n_2^2$$

$$\frac{1}{n_e^2} = \frac{d_1}{\Lambda} \frac{1}{n_1^2} + \frac{d_2}{\Lambda} \frac{1}{n_2^2}$$

を満たし、

ここで  $n_0$  は同等の多層の正常屈折率であり、 $n_e$  は同等の多層の異常屈折率であり、 $n_1$  は第 1 の屈折率であり、 $n_2$  は第 2 の屈折率であり、 $d_1$  は第 1 の厚さであり、 $d_2$  は第 2 の厚さであり、かつ  $\Lambda = d_1 + d_2$  は多層の期間である、請求項 6 に記載の表示装置。

【請求項 9】 偏光子層と、検光子層と、偏光子層と検光子層との間に設けられた液晶層と、液晶層の第 1 の主面に近接する第 1 の電極と、液晶層の第 2 の主面に近接する第 2 の電極とを含み、第 1 および第 2 の電極は電極が電位源に接続されるとき、液晶層に電圧を印加するように適用される型の液晶表示装置における位相遅れを補償する方法であって、この方法は、  
偏光子層と検光子層との間に多層薄膜補償器を位置決めするステップを含み、多層は各々第 1 の屈折率および第 1 の厚さを有し、かつ各々第 2 の屈折率および第 2 の厚さを有する第 2 の複数層と交互にされる第 1 の複数層を含み、第 1 および第 2 の屈折率ならびに厚さの値は予め定められた範囲の観察角度にわたりそのホメオトロピカルに整列された状態において多層の位相遅れが液晶層の位相の遅れと大きさにおいて等しいが、符号において正

反対であるような値である、方法。

【請求項 10】 液晶層は厚さ  $d_i$  および複屈折  $\Delta n_i$  を有し、  
多層は厚さ  $d_c$  および複屈折  $\Delta n_c$  を有し、かつ  
 $|\Delta n_i| d_i = |\Delta n_c| d_c$  である、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】 液晶層は正常屈折率  $n_a$  および異常屈折率  $n_e$  を有し、  
多層は正常屈折率  $n_a$  および異常屈折率  $n_e$  を有し、  
 $n_e = n_a$  であり、  
 $n_e = n_a$  であり、かつ  $d_i = d_c$  である、請求項 10 に記載の表示装置。

【請求項 12】 第 1 および第 2 の屈折率および厚さの値は関係

【数 3】

$$n_o^2 = \frac{d_1}{\Lambda} n_1^2 + \frac{d_2}{\Lambda} n_2^2$$

$$\frac{1}{n_e^2} = \frac{d_1}{\Lambda} \frac{1}{n_1^2} + \frac{d_2}{\Lambda} \frac{1}{n_2^2}$$

を満たすようにさらに選択され、ここで  $n_o$  は同等の多層の正常屈折率であり、 $n_e$  は同等の多層の異常屈折率であり、 $n_1$  は第 1 の屈折率であり、 $n_2$  は第 2 の屈折率であり、 $d_1$  は第 1 の厚さであり、 $d_2$  は第 2 の厚さであり、かつ  $\Lambda = d_1 + d_2$  は多層の期間である、請求項 10 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の背景】この発明は液晶表示装置の設計に関するものであり、特定的にはそのような表示装置の視野を最大にするための技術に関するものである。

【0002】液晶は、液晶の薄膜を通過する光が膜の複屈折に影響を受けるため、電子表示装置に有効であり、これは膜に電圧を印加することによって制御され得る。液晶表示装置は、周囲光を含む外部源からの光の透過、または反射が他の表示装置に使用される発光材料で必要とされたより、はるかに少ない電力で制御されることができたので、望ましくなった。デジタル時計、計算器、ポータブル計算機、および多くの他の型の電子装置のような応用に現在共通に使用されている液晶表示装置は、極めて低い電圧および低い消費電力で極めて長い寿命を有し、かつ動作を行なうという利点を呈する。

【0003】多くの液晶表示装置の情報はパターンに配列された多数の分割された電極によって発生される数字、または文字の行の形で表わされる。このセグメントは個々のリード線によって駆動電極へ接続され、この電極は適当なセグメントの組合せへ電圧を与えて、セグメントを透過される光を制御することによって所望の情報を表示する。グラフィック情報、またはテレビジョン表

示は 2 組の垂直導体の間の X-Y 逐次アドレス指定機構によって接続されるピクセルのマトリックスによって達成されてもよい。より進歩したアドレス指定機構は個々のピクセルで駆動電圧を制御するために薄膜トランジスタのアレイを使用する。この機構は主に振じれたネマチック液晶表示装置に適用されるが、超振じれ液晶表示装置の高性能バージョンにおける使用も見られる。

【0004】コントラストは液晶表示装置の品質を決定する最も重要な属性の 1 つである。液晶表示装置において達成可能なコントラストを限定する主な要因は、暗状態の表示装置から漏れる光の量である。この問題は日光のような明るい環境において悪化され、そのようなところでは著しい量の周囲光が反射され、かつ散乱される。さらに、液晶表示装置によって発生された画像の可読性が、特に多数の走査電極を有するマトリックスアドレス指定された装置において、観察角度に依存する。典型的な液晶表示装置の画像コントラストは、垂直入射角を中心とした狭い観察角度内においてのみ最大であり、観察角度が大きくなるに伴い低下する。このコントラストの損失は、広い観察角度において黒状態ピクセルエレメントから漏れる光によって生じる。カラー液晶表示装置では、漏れによって飽和色およびグレースケールの色の両方の激しい色シフトも生じる。これらの限界は、パイロットの表示装置のコピロット (copilot) 観察が重要である航空電子工学への適用に特に重要である。広い視野にわたって高品質の、かつ高コントラストの画像を呈示することが可能な液晶表示装置を提供することが、当該技術における著しい改良であろう。

【0005】

【発明の概要】液晶表示装置に組込まれて、そのような表示装置に固有の位相の遅れを補償するために特別に設計された多層薄膜を与えることによって、この発明は斜めの観察角度でのこのような表示装置の観察コントラストおよび色表現における著しい改良を可能にする。

【0006】この発明に従って製造された液晶表示装置は偏光子層と、検光子層と、偏光子層および検光子層の間に設けられた液晶層と、液晶層の第 1 の主面に近接する第 1 の電極と、液晶層の第 2 の主面に近接する第 2 の電極とを含む。第 1 および第 2 の電極は、電位源に接続されるとき、液晶層に電圧を印加するように適応される。多層薄膜補償器は偏光子層と検光子層との間に設けられ、この多層補償器は各々第 1 の屈折率および第 1 の厚さを有する第 1 の複数層を含み、これは各々第 2 の屈折率および第 2 の厚さを有する第 2 の複数層と交互である。第 1 および第 2 の屈折率ならびに厚さの値は、予め定められた範囲の観察角度にわたりホメオトロピカル (homeotropic) に整列された状態において、多層の位相遅れが液晶層の位相遅れと大きさにおいて等しいが、符号において逆であるような値である。

【0007】より特定的な実施例において、液晶層は厚

5

さ  $d_1$  および複屈折  $\Delta n_1$  を有し、多層補償器は厚さ  $d_c$  および複屈折  $\Delta n_c$  を有し、かつ  $|\Delta n_1| \cdot d_1 = |\Delta n_c| \cdot d_c$  である。広範囲の観察角度にわたる最適な補償を与えるように設計された実施例において、液晶層は正常屈折率  $n_a$  および異常屈折率  $n_{\alpha}$  を有し、多層は正常屈折率  $n_a$  および異常屈折率  $n_{\alpha}$  を有し、 $n_{\alpha} = n_a$  であり、 $n_{\alpha} = n_a$  であり、かつ  $d_1 = d_c$  である。さらに、同等の多層の屈折率は次の等式を満たしてもよい。

【0008】

【数4】

$$n_o^2 = \frac{d_1}{\Lambda} n_1^2 + \frac{d_2}{\Lambda} n_2^2$$

$$\frac{1}{n_e^2} = \frac{d_1}{\Lambda} \frac{1}{n_1^2} + \frac{d_2}{\Lambda} \frac{1}{n_2^2}$$

【0009】ここで  $n_o$  は同等の多層の正常屈折率であり、 $n_e$  は同等の多層の異常屈折率であり、 $n_1$  は第1の屈折率であり、 $n_2$  は第2の屈折率であり、 $d_1$  は第1の厚さであり、 $d_2$  は第2の厚さであり、かつ  $\Lambda = d_1 + d_2$  は多層の期間である。

【0010】

【発明の説明】いくつかの型の液晶セルはフラットパネル表示装置において広範囲に使用される。アクティブマトリックスアドレス指定はこのような表示装置が妥当なリフレッシュ速度で高い解像度のフルカラー画像を呈示することを許容する。直接観察されるとき、液晶表示装置は高品質の出力を与えるが、大きい観察角度では、画像は質を下げ、弱いコントラストを呈する。これは、多数の異方性液晶分子を含む液晶媒体によって呈される複屈折によって液晶セルが作動するためである。このような材料は長分子軸の整列に関する異常屈折率で正の単軸複屈折 ( $n_e > n_o$ 、すなわち異常屈折率  $n_e$  が正常屈折率  $n_o$  より大きい) を行なうであろう。光がそれを通過する際、そのような材料が有する位相遅れ効果は、光の傾斜角度とともに本質的に変化し、ひいては広い観察角度でより低品質の画像を生じる (たとえば「プロシーディング・オブ・ザ・S. I. D (Proceeding of the S.I.D.)」19巻43頁 (1978) のペンズ (Penz) による「振じれたネマチック表示装置の観察特性 (Viewing Characteristics of the Twisted Nematic Display)」、および「ジャーナル・オブ・ジ・オプティカル・ソサエティ・オブ・アメリカ (Journal of the Optical Society of America)」66巻1003頁 (1976) のグリーンバーグ (Grinberg) による「振じれたネマチック液晶層の透過特性 (Transmission Characteristics of a Twisted Nematic Liquid-Crystal Layer)」を参照)。しかし液晶セルに関連して光学的補償エレメントを導入することによって、所望されない角効果を補正

6

し、それによってそうでなければ可能であったであろうより大きい観察角度でより高いコントラストを維持することが可能である。

【0011】必要とされる光学的補償の型は表示装置の型、すなわち正常黒、または正常白のいずれが使用されるかによる。正常黒表示装置において、振じれたネマチックセルは偏光子の間に位置決めされ、それらの偏光子の透過軸は互いに、かつセルの後部 (すなわち観察者と反対側のセルの側) の液晶の導波器の方向に並行である。消勢 (電圧が印加されない) 状態において、バックライトからの垂直入射光は第1の偏光子によって偏光され、通過するときセルはその偏光方向をセルの振じれ角度だけ回転される。これは導波効果としても既知である。その後の断熱によって引きこられる。振じれ角度は  $90^\circ$  にセットされ、それによって光は出力偏光子によって阻止される。電圧がセルに印加されるとき、液晶分子は電界とより近く整列するように強制され、振じれたネマチック対称を除去する。この配向において、セルの光学 (c 軸) はセルの壁に垂直である。液晶層はその後垂直入射光に対して等方に現れ、導波効果を除去して、それによって偏光状態は液晶層を介する伝搬によって不変であり、このような光は出力偏光子を通過することができる。パターンは照射されたように見える表示装置の部分へ電圧を選択的に印加することによって表示装置内に書込まれることができる。

【0012】しかし広角で観察されるとき、正常黒表示装置の暗 (消勢) 領域は、このような角度で液晶層を通過する光の角度依存の遅れ効果によって明のように見えるであろう、すなわち垂直から外れた入射光は角度依存の偏光変化を感知する。コントラストは振じれセルに類似する光学対称を有するがその効果を反転する補償エレメントを使用することによって回復されることができ。1つの方法は逆ヘリシティの振じれセルでアクティブ液晶層を模倣することである。他の方法は1つ、またはそれより多いAプレート遅れ補償器を使用することである。これらの補償方法は、補償エレメントが振じれたネマチックセルと光学対称を共用するため作用し、これらはいずれも垂直光伝搬方向と直交する異常角を有する単軸複屈折材料である。これらの補償へのアプローチは、必要とされる光学対称を有する材料の容易な利用可能性のために幅広く使用されている。逆振じれセルは液晶を使用し、Aプレート遅れ器はポリビニールアルコール (PVA) のようなポリマーを延ばすことによって容易に製造される。

【0013】これらの補償技術の利用可能性にも関わらず、正常黒動作モードに関するこのアプローチには欠点がある。正常黒表示装置の外見はセルの隙間に極めて敏感である。結果的に、均一な暗外見を維持するために、液晶セルを極めて厚くして、それによって液晶応答時間を許容不可能に長くするか、またはグーチャーリ (Gooc

h-Tarry) 最小値 (「ジャーナル・オブ・フィジックス D (Journal of Rhysics D)」8 巻 1575 頁 (1975) のゲーチらによる「振じれ角度  $\leq 90^\circ$  の振じれたネマチック液晶構造の光学特性 (The Optical Properties of Twisted Nematic Liquid Crystal Structures with Twist Angles  $\leq 90^\circ$ )」を参照) で作動することが必要である。しかしこのアプローチは達成困難な液晶セルの間隙に製造許容誤差を課する。さらに、逆振じれ補償技術は光学列に第 2 の液晶セルの挿入することを必要とし、これは表示装置のコスト、重量、および体積を著しく増加させる。これらの理由で、これらの欠点を回避するために正常白表示装置を補償することが極めて望ましい。

【0014】正常白表示装置構成において、 $90^\circ$  振じれたネマチックセルは交差された偏光子の間に、各偏光子の透過軸がそれに隣接するセルの領域内の液晶分子の導波器の方位と並行になるように位置決めされる。これは正常黒表示装置のものから明および暗の感知を反転する。消勢 (電圧を印加されない) 領域は正常白表示装置において明に見え、付勢された領域は暗に見える。表面上の暗領域が広角で観察されるとき明に見える問題はまだ生じるが、その理由は異なり、その補正は異なる型の光学的補償エレメントを必要とする。付勢領域において、液晶分子は印加された電界と整列する傾向がある。もしこの整列が完全であれば、セル内のすべての液晶分子はそれらの長軸を基板ガラスに垂直にするであろう。ホメオトロピック構成として既知のこの配列は正の複屈折 C プレートの光学対称性を呈する。付勢状態において正常白表示装置は垂直入射光に等方であり、これは交差した偏光子によって阻止される。

【0015】観察角度によるコントラストの損失は、ホメオトロピック液晶層が垂直から外れた光に対して等方に見えないために生じる。垂直から外れた角度で向けられた光は層の複屈折によって 2 つのモードで、光の入射角度に伴って増加するこれらのモード間の位相遅延を伴って伝搬する。この入射角への位相依存は偏光状態へ楕円を導入し、これはその後第 2 の偏光子によって不完全に消され、光の漏れを生じる。C プレートの対称のため、複屈折は方位に依存しない。C プレートの対称においても明らかに必要とされるのは光学的補償エレメントであるが、この場合負の ( $n_x < n_y$ ) 複屈折を有するものである。このような補償器は液晶層によって生じるものとは符号が逆の位相遅延を導入し、それによって本来の偏光状態を回復して、光が出力偏光子によって阻止されるのを許容する。

【0016】この技術は、必要とされる光学対称性を有する C プレート補償器を構成することが困難であるか、または不可能であったために、過去において使用されていなかった。ポリマーを延ばすか、圧縮して負の C プレート光学対称、および必要とされる均一性を有する広範囲

の膜を得る方法がなく、かつサファイアのような負の複屈折結晶から補償器を構成することが不可能であった。このような補償器を有効にするために、このようなプレートの位相遅れは液晶の位相遅れと同じ大きさを有さねばならず、かつ液晶の位相遅れの変化と同じ速度で観察角度とともに変化せねばならないであろう。これらの制約は、したがって負のプレートの厚さが  $10 \mu\text{m}$  のオーダーであることを含み、このことはプレートの表面が並行なままであることを確実にする一方で正確な (負の) 複屈折を有する極めて薄いプレートの研磨を必要とするので、このようなアプローチを達成することを極めて困難にする。このような表示装置はサイズが相対的に大きいので、十分な大きさの負の複屈折結晶を利用可能にすることも極めて困難であろう。補償技術が交差された A プレート補償器を使用して提案されている。しかしこのような配列は方位 (C プレート) 対称性を有する補償器を作り出すことができない。これらの困難のため、もし適当な補償器が利用可能であったならば正常白型が優良な品質の表示装置を作り出すことができたであろうが、当該技術における傾向は正常黒表示装置に依存することであった。この発明はまずこのような補償器の必要性への実際的な解決法を提供することである。

【0017】実際に、表示装置のセルにおける液晶分子の完全なホメオトロピック整列は高電圧が印加される場合でも達成されない。これは、基板ガラスへの液晶分子の装着方法がガラスに隣接するこれらの分子が傾いて、電界と整列することを妨げるからである。しかし基板から離れて位置決めされた分子は印加された電界と本質的に整列され、それによって液晶層の光学対称性全体は本質的に正の複屈折 C プレートのものとして特徴付けられることができる。図 1 は振じれたネマチック液晶セルにおける位置の関数としてのチルト角のプロットであり、印加されない電界 (太い点線で表わされる)、高電界 (実線で表わされる)、および理想的ホメオトロピック (短い点線で表わされる) 条件下における液晶層全体にわたる分子チルト角の典型的分布を示す。チルト角は長分子軸 (検出器) と基板ガラスの平面との間の角である。分子の大きい分画が高電界条件においてほとんどホメオトロピックに整列されることに注目されたい。

【0018】図 2 は強電界が印加されたセルの間隙の液晶検出器の方位の概略図である。連続変化は 3 つの液晶領域に分析的に分割され得、各々それ自身の光学対称性を特徴とする。各基板ガラスに隣接して、その対称が、その異常軸が基板を擦る方向と整列される A プレートのものである領域がある。これらの間に、正の C プレート対称を示すより大きい領域がある。負の C プレート補償器はこの領域を介する伝搬によって導入される角依存の位相シフトについて補正するように設計される。これはこの領域の光学対称が液晶セルの選択された状態を上回る程度まで、すなわち分子が印加された電界と整列する程

度まで有効である。このことは、これがホメオトロピック概算をより正確に近いものにするので、選択状態に強電界が使用されるとき、それが作用するであろうということを含む。

【0019】補償されないフルカラー液晶表示装置は典型的に視野上の色度の大きな変化を示す。結果的に、垂直入射角で観察されるとき1色に見える領域は、広角で観察されるときより飽和されないように見えるか、またはその補色として見ええするであろう。これは、広角で低下したコントラストによって生じる同じ物理的機構、すなわち表面上の暗領域からの所望されない光の漏れから生じる。

【0020】フルカラー表示装置は表示装置のピクセル上に赤、青、および緑の透過フィルタを位置決めすることによって達成される。正常白型のカラー表示装置において、赤領域はその領域の青および緑ピクセルを選択して（それらに電圧を印加して）、それらを非透過性にし、赤ピクセルを選択されないままにすることによって達成される。この機構は直接観察されるとき十分に機能するが、広角では青および緑ピクセルが透過し始め、それによって赤は洗い流されたように見える。この効果はCプレート補償器によって正常白表示装置において抑制される。脱飽和は暗状態の漏れを抑制することによって除去される。

【0021】図3は広角で観察される典型的正常白の振じれたネマチックセルについて印加電圧に対する光の透過を示すグラフのプロットである。この例は水平面において40°垂直からずらされた観察角度、および垂直面において垂直入射角から8°ずれた観察角度について得られたデータを示す。透過曲線は補償されない（実線）表示装置、およびCプレート補償された（太い実線）表示装置の両方について示される。補償された表示装置に\*

$$\Gamma = \frac{1}{2} \frac{2\pi}{\lambda} (n_{eL} - n_{oL}) d_L$$

【0025】ここで $n_a$  および  $n_o$  はホメオトロピカルに整列された液晶の屈折率であり、 $d_L$  は液晶セルの厚さであり、 $\lambda$  は透過光の波長である（ $n_a$  は観察角度の関数として変化することに注目されたい）。たとえば  $d_L = 6 \mu m$  および  $n_a - n_o = 0.1$  の仮定の液晶を与えると、位相の遅れは  $0.6 \mu m$  の波長  $\lambda$  について  $\pi$  に等しいであろう。この大きさの位相遅れ値はそのような斜めの観察角度で液晶からひどい光の漏れを生じ得る。\*

$$n_o^2 = \frac{d_1}{\Lambda} n_1^2 + \frac{d_2}{\Lambda} n_2^2$$

$$\frac{1}{n_e^2} = \frac{d_1}{\Lambda} \frac{1}{n_1^2} + \frac{d_2}{\Lambda} \frac{1}{n_2^2}$$

【0028】ここで  $n_1$  および  $n_2$  は第1および第2の層材料の屈折率であり、 $d_1$  は第1の材料の層の厚さで

\* おいて、透過は電圧とともに単調に減少し、一方補償されない表示装置においてはその傾向は逆であり、それによって高圧での透過は中間電圧での透過を上回り得る。これは、中間電圧を使用して明るい領域を駆動することによって低い輝度レベルを表示するための技術であるグレースケールモードで動作されるとき、特に厄介である。電圧がそれらの明るい領域が極めて低い輝度を有するように選択されるとき、正常暗ピクセルの透過は明るいピクセルの透過を上回り得る。この補償されない状況において、単に洗い流すかわりに、グレースケール色は補色を呈する。たとえば垂直入射角で暗赤色である領域は1角度から観察されるときシアンに見えるであろう。透過曲線におけるこの傾向の反転を除去することによって、Cプレート補償は正常白表示装置におけるこの色反転を抑制する。

【0022】異なる屈折率を有する材料の交互の薄膜からなる層にされた媒体を使用することによって必要な補償を達成することは、この発明のきわだった特徴である。このように層にされた構造は人工的な複屈折の薄いプレートとして動作し得る。この対応で製造された多層補償器は負の複屈折を呈するようにされ得、さらに多層構造の所望の複屈折は適切な層の厚さおよび材料を選択することによって正確に適合され得る。この薄膜構造は液晶表示装置内のホメオトロピカルに整列された状態の所望されない位相遅れを効率的に補償するための強力な技術を提供する。

【0023】この発明のための光学的基礎にこれより転じて、例証的に60°の垂直からずらされた観察角度において液晶材料の正の複屈折により、概して位相遅れ  $\Gamma$  が次のようになることを検討されたい。

【0024】

【数5】

1)

\* 【0026】周期的に層状にされた媒体はCプレート対称を有する複屈折を呈するであろう。光学的伝搬のために、このような媒体は同次の単軸複屈折材料のように作用するであろう。層の厚さよりはるかに大きい波長の場合について引き出される同等の屈折率  $n$ 。および  $n_e$  は次の式によって二つの材料の多層について与えられる。

【0027】

【数6】

2)

3)

あり、 $d_2$  は第2の材料の層の厚さであり、 $\Lambda = d_1 + d_2$  は多層の期間である（イエー（Yeh）による「層に



された媒体における光学波 (Optical Waves in Layered Media) 135頁 (ウィリー (Wiley) (1988)) から)。等式2) および3) は、これらの式が1/4波長帯からの分散を説明するものではないので、透過された光について $\lambda/4$ 構造の主反射帯から離れた波長だけに適用される概算を与えることに注目されたい。このような周期的構造の複屈折は波長よりはるかに短い期間で常に負である (すなわち $n_o > n_e$ ) ということが示され得る。適切な屈折率および厚さを有する層材料を選択することによって、複合多層についての $n_o$  および $n_e$  はいずれも正確に適合され得る。

【0029】このような層にされた媒体が液晶表示装置\*

$$n_e = n_o$$

ここで $n_e$  および $n_o$  は補償器の異常および正常屈折率である。さらに、全観察角度にわたる最も有効な補償のために、C補償器の厚さは液晶層の厚さに等しいべきである。しかしながら、当業者は液晶のホメオトロピカルに整列された部分の同等の長さ (すなわち図2においてC対称の標識を付けられた部分) が経験的に決定されねばならないことを理解するであろう。結果的に、C補償器の多層の最適な厚さは、与えられた液晶セル設計についての実験によって最適に定められる。

【0031】図4はこの発明に従って構成された振じれたネマチック、透過性型正常白液晶表示装置 (LCD) の断面概略側面図である。この表示装置は偏光子層402と検光子層404とを含み、それらの間に液晶層406が位置決めされ、これはネマチック相の液晶材料からなる。偏光子および検光子は符号408 (図面の平面における偏光方向を表わす) および410 (図面の平面に直交する偏光方向を表わす) によって示されるように、正常白表示装置の場合におけるように、互いに90°でそれらの偏光方向を配向される。第1の透明電極412および第2の透明電極414は液晶層の両面に隣接して位置決めされ、それによって電圧が電圧源416によって液晶層に印加され得る。液晶層はさらに1対のガラスプレート418および420の間に挟まれる。後に説明されるように、ガラスプレート418および420の内面は液晶層406に近接し、バフ研磨法によるように物理的に処理される。基板422および424は表示装置の前述の層のために支持構造を与える。

【0032】LCD技術において周知であるように (たとえば「フィジックス・トゥデー (Physics Today)」、68頁 (1982.5月) のカーン (Kahn) による「液晶装置の分子物理学 (The Molecular Physics of Liquid-Crystal Devices)」を参照)、液晶層406の材料がネマチック相にあり、かつプレート418および420の内面 (層406に隣接する面) がバフ研磨され、かつそれらのバフ研磨された方向に垂直に配向されるとき、電圧印加されていない液晶材料の導波器 $n$ はプレート418および420の各々に近接する層の領域で

\*に加えられるとき、ホメオトロピカルに整列された液晶によって導入される位相遅れが補償され得る。もし $n_e$  および $n_o$  がホメオトロピカルに整列された液晶の正常および異常屈折率であれば、最適な補償について層材料が、液晶層の複屈折およびその厚さの積が等しく、かつ多層の補償器の複屈折およびその厚さの積と反対になるように選択されるべきである。すべての角度における位相の遅れの最良の補償を与えるために、次の式のようにC補償器の屈折率を適合させることが望ましい。

$$[0030] \quad n_e = n_o$$

かつ

4)

バフ研磨方向と整列される傾向があるであろう。さらに、導波器はプレート418に隣接する第1の主面からプレート420に隣接する第2の主面まで層406内の経路に沿って90°の角度で滑らかに振じれるであろう。結果的に印加された電界がないと、入ってくる偏光の偏光方向は液晶層を通過する際90°だけ回転されるであろう。ガラスプレートおよび液晶層が偏光子408および検光子410のような交差された偏光子の間に位置決めされるとき、光線426によって例示されるような、偏光子408によって偏光され、表示装置を横切る光はこのように検光子410の偏光方向と整列され、したがって検光子を通過するであろう。しかし十分な電圧が電極418および420に印加されるとき、印加された電界によって液晶材料の導波器は電界に並行に整列する傾向になるであろう。この状態の液晶材料によって、光線428によって示されるように偏光子408によって通される光は検光子410によって消されるであろう。したがって付勢された電極の対は表示装置の暗領域を作り出し、印加された電界の影響を受けない表示装置の領域を通過する光は照射された領域を作り出すであろう。LCD表示装置技術において周知であるように、選択された組合せで活性化された適当なパターン of 電極はこの態様で使用され、アルファニューメリック、またはグラフィック情報を表示することができる。

【0033】表示装置において偏光子層と検光子層との間に位置決めされる多層薄膜補償器430を提供して、広範囲の観察角度にわたって液晶表示装置の観察特性を向上させることがこの発明の際立った特徴である。この補償器は第2の屈折率を有する第2の連続層と交互の第1の屈折率を有する第1の連続層を含む。第1および第2の屈折率の値は、第1および第2の連続する層の厚さと同様、多層の位相遅れが液晶層の位相遅れと大きさにて等しいが、正反対の符号であるように選択される。多層430の拡大図が図5の断面側面図に示される。この図は第1の厚さ $d_1$ を有する第1の連続する432、434、436の層と、第2の厚さ $d_2$ を有する第2の連続する438、440、442の層とを示す。

光学薄膜の当業者が理解するであろうように、この発明の概念を効果的に示すために、層の厚さは実際の多層の寸法に関して誇張され、かつ示される層の数は多層の中間の点線によって示されるように、実際の多層において典型的に使用されるであろうより少ない。

【0034】ここに図示される好ましい実施例は第1および第2の光学材料を含む2つの連続する交互層を有する多層補償器を含むが、当業者は多層補償器の概念が特定の材料の異なる層が厚さにおいて変化する多層と同様、3つまたはそれより多い材料の周期的層構造を含むより複雑な多層にも当てはまることを認識するであろう。さらに、この発明の概念は透過型液晶表示装置と同様反射型にも適用可能である。

【0035】この発明から恩恵を被ることができる別の型の液晶表示装置は超振じりネマチックセルであり、これはそれが単なる多重化によってアドレス指定されることを許容する電圧応答特性を示し、それによってアクティブマトリックスアドレス指定に関する費用および製造の困難を回避する。超振じり構成はキラル (chiral) 添加物でネマチック液晶材料をドーピングして、270°の総振じりをセルに与えることによって達成される。超振じりネマチックセルは、正常黒表示装置のために前述の補償技術をしばしば使用する正常黒構成において典型的に使用される。しかしこのようなセルは正常白モードにおいても動作し得、このような正常白超振じり表示装置も視野の向上のためにこの発明の多層補償器を加えることから恩恵を被るであろう。さらに、この発明の補償機構はその動作の一部としてホメオトロピカルに整列された状態を使用するいかなる液晶表示装置にも広く適用可能である。たとえば強誘電のような他の型の液晶表示装置が、C軸対称を示す整列状態においてより広い視野を獲得することによってこの発明で改良され得る。

【0036】この発明の好ましい実施例が上記のように図示され、かつ説明されてきた。しかし修正および追加の実施例が当業者には疑いなく明白であろう。たとえば別の可能な実施例が表示装置の構造における基板の1つとして層にされた媒体を使用するであろう。この発明はカラーフィルタが表示装置内の電極のアレイに関連されるカラー表示装置にも同様に適用可能である。さらに、同等の要素がこの中に図示され、かつ説明されるものに代用されてもよく、部分、または接続が反転されるか、さもなければ交換されてもよく、かつこの発明のある特徴が他の特徴と関係なく使用されてもよい。さら

に、アクティブマトリックス回路のような液晶表示装置の詳細は、このような詳細が液晶表示装置の技術において周知であるため提示されない。結果的に、例証の実施例は包括的というよりも例証的に検討されるべきであり、添付の請求項はこの発明の全領域をよりよく示すものである。

【0037】この中に引用される次の論文の教示は引用によって援用される。

「ジャーナル・オブ・フィジックス・D」8巻1575頁 (1975) のグーチらによる「振じり角度 $\leq 90^\circ$ を有する振じれたネマチック液晶構造の光学特性」

「ジャーナル・オブ・ジ・オプティカル・ソサエティ・オブ・アメリカ」66巻、1003頁 (1976) のグリーンバークらによる「振じれたネマチック液晶層の透過特性」

「フィジックス・トゥデー」68頁 (1982.5月) のカーンによる「液晶装置の分子物理学」

「アドバンシズ・イン・イメージ・ピックアップ・アンド・ディスプレイ (Advances in Image Pickup and Display)」4巻、2-86頁 (1981. B. カザン (Kazan) 編集) のカネコ (Kaneko) による「液晶マトリックス表示装置 (Liquid-Crystal Matrix Displays)」

「プロシーディング・オブ・ジ・S. I. D」19巻、43頁 (1978) のペンズによる「振じれたネマチック表示装置の観察特性」

イエーによる「層にされた媒体における光学波」(1988. ウィリー (Wiley))

【図面の簡単な説明】

【図1】さまざまな条件の液晶セルにおける位置の関数としての液晶分子のチルト角のプロットの図である。

【図2】強電界を与えられた液晶セルの間隙を通る液晶導波器の方位を示す概略図である。

【図3】広角で観察される典型的正常白の振じれたネマチックセルの印加電圧に対する光透過を示すグラフのプロット図である。

【図4】振じれたネマチック、透過型液晶表示装置の断面概略側面図である。

【図5】図4に示される表示装置の多層部分の拡大図である。

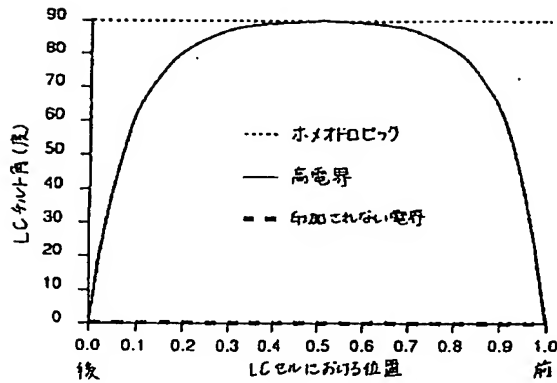
【符号の説明】

402: 偏光子層

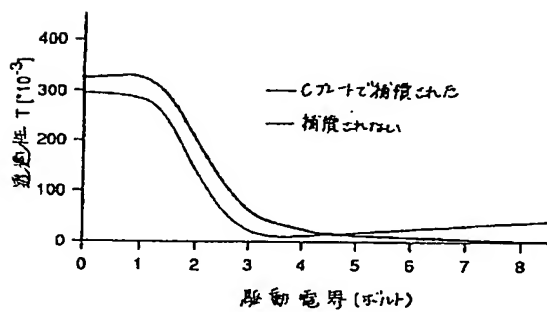
404: 検光子層

406: 液晶層

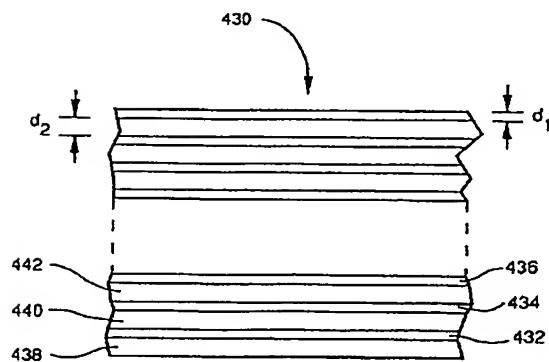
【図1】



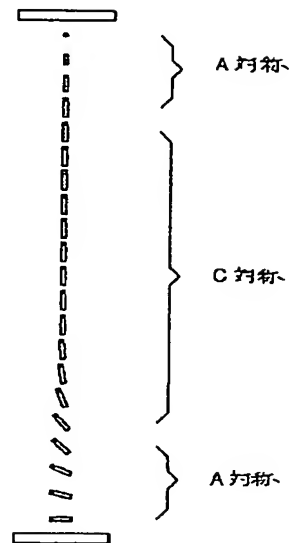
【図3】



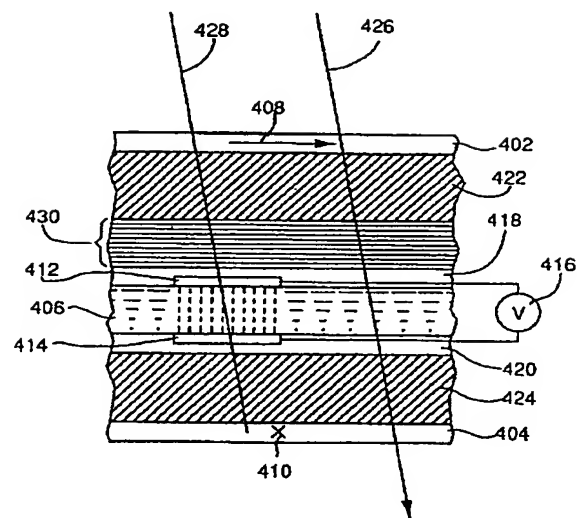
【図5】



【図2】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 ウィリアム・ジェイ・ガニング  
アメリカ合衆国、カリフォルニア州、  
91320 ニューベリー・パーク、カレ・バ  
レ・ビスタ、3924

(72)発明者 ジョン・ピー・エブレン・ジュニア  
アメリカ合衆国、カリフォルニア州、  
91320 ニューベリー・パーク、ルドル  
フ・ドライブ、1324

(72)発明者 モーセン・コーシュネビサン  
アメリカ合衆国、カリフォルニア州、  
91320 ニューベリー・パーク、エドガ  
ー・コート、4